

文章编号: 1000-0615(2000)04-0306-07

中华绒螯蟹血淋巴和肝胰腺的 总蛋白含量与性早熟的关系

吴嘉敏, 姜新耀
(上海水产大学渔业学院, 上海 200090)

摘要: 中华绒螯蟹扣蟹性腺发育与肝胰腺和血淋巴的蛋白质浓度相关。性早熟前后, 雌雄扣蟹肝胰腺总蛋白浓度分别由 $(121.17 \pm 44.50) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 $(89.43 \pm 21.86) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 下降至 $(81.08 \pm 5.84) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 $(70.58 \pm 9.90) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 雌性扣蟹的肝胰腺占体重的比值也由 8.18% 降至 3.90%。血淋巴总蛋白浓度正常发育的雌性扣蟹为 $(99.55 \pm 12.06) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, 明显高于性早熟雌性扣蟹的 $(72.26 \pm 17.87) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$; 而雄性扣蟹性早熟前后的血淋巴总蛋白浓度无显著差异。肝胰腺总蛋白浓度二秋龄雌蟹高于性早熟雌性扣蟹, 但它们之间的血淋巴总蛋白浓度没有显著差异。二秋龄雄蟹的血淋巴和肝胰腺总蛋白浓度与性早熟雄性扣蟹相当, 差异不显著。

关键词: 中华绒螯蟹; 性早熟; 肝胰腺; 血淋巴; 总蛋白含量

中图分类号: S966.16 文献标识码: A

The relationship of the total protein levels in the hemolymph and hepatopancreas with precociousness of *Eriocheir sinensis*

WU Jia-min, JIANG Xin-yao
(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: In Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*), the gonadal development of juvenile crab correlates with the total protein level in the hepatopancreas and hemolymph. The total protein level in the hepatopancreas of the juvenile crab is $(121.17 \pm 44.50) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ for female and $(89.43 \pm 21.86) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ for male respectively. But the protein level in the hepatopancreas of the precocious crab drops to $(81.08 \pm 5.84) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ for female and $70.58 \pm 9.90 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ for male respectively. Simultaneously, the rate between hepatopancreas and body weight of female juvenile crab is descending from 8.18% to 3.90%. The hemolymph total protein level of the female juvenile crab is $(99.55 \pm 12.06) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, it is higher than that of the female precocious crab. The hemolymph total protein level of the male juvenile crab is similar to that of the male precocious crab. The total protein level in the hepatopancreas of the female adult crab is higher than that of the female precocious crab, but they have a approximate value of the total protein level in the hemolymph. The total protein level in the hemolymph and hepatopancreas is not different from the male adult crab and the male precocious crab.

Key words: *Eriocheir sinensis*; precociousness; hepatopancreas; hemolymph; total protein level

收稿日期: 2000-06-09

基金项目: 上海市农委“九五”重点攻关资助项目(97第6-01号)

作者简介: 吴嘉敏(1961-), 男, 上海市人, 硕士, 副教授, 从事水产动物繁殖学研究。Tel: 021-65710296, E-mail: jmwu@shfu.edu.cn

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*), 俗称河蟹, 是目前我国淡水养殖的主要种类之一。当前河蟹养殖的突出问题之一是蟹种性早熟。蟹苗(larval crab) 经过3~6个月饲养, 成为蟹种, 也称扣蟹或一秋龄蟹(juvenile crab)。蟹苗培育期间, 部分扣蟹性腺发育, 蜕壳频率降低, 生长停滞, 这种现象称为性早熟(precociousness)。性早熟扣蟹在第二年的成蟹养殖过程中死亡率很高, 即使存活, 养成的规格也很小, 因此, 性早熟的扣蟹没有商品和养殖价值。迄今为止, 尽管有关一秋龄河蟹性早熟的文献报道不少, 但这方面的大量报道都是从生产角度提出了扣蟹性早熟的成因和防范措施。一般认为, 造成扣蟹性早熟的原因主要与养殖水域的水温、盐度偏高和营养过剩等有关^[1-5]。另外, 虽然对二秋龄成蟹性成熟周期和胚胎发育的研究也比较多^[6-8], 但对扣蟹性早熟的形成机理和胚胎发育方面的研究尚不多见^[9]。综合国内外对甲壳类十足目的研究资料, 比较一致的看法是营养对甲壳类的性腺发育起重要作用。对于虾蟹类, 从外界摄入的蛋白质、脂类和碳水化合物等营养物质最终必须转化成卵黄蛋白原(vitellogenin)才能被卵母细胞吸收。本研究针对我国河蟹养殖中扣蟹性早熟这一突出问题, 结合生产实际, 探索蟹苗生长过程中, 其肝胰腺、血淋巴总蛋白的迁移变动规律以及对性腺发育的影响, 力求从理论上初步查明扣蟹性早熟的机理。

1 材料和方法

1.1 试验材料及其处理

1997年5月23日, 将人工繁殖的河蟹苗放养于4口0.17hm²的池塘, 按常规生产方式饲养管理。蟹苗下塘后, 每隔30d随机取样一次, 每次抽取20~30只扣蟹。称体重, 量体长、体宽; 摘取卵巢和精巢, 作组织切片观察。

1997年11月29日, 从4口扣蟹培育池塘随机捕出200余只扣蟹, 从中挑选出性腺正常发育和明显性早熟的扣蟹, 分别摘取肝胰腺, 称重并测定蛋白质含量; 抽取血淋巴, 测定蛋白质。另从成蟹养殖池捕出50余只雌雄成蟹(二秋龄), 作与扣蟹相同的采样处理。

1.2 组织切片的制备

摘取性腺组织块, 用Bouin氏液固定, 常规石蜡包埋切片, 厚度6μm, 苏木精和伊红染色, 显微镜观察。

1.3 血淋巴总蛋白测定

1.3.1 样品处理

用微量注射器从河蟹的步足基节关节处抽取血淋巴, 分装后置于-20℃低温冰箱保存待测。

1.3.2 测定方法

蛋白质在碱性溶液中与铜离子产生紫色络合物, 此颜色在540nm处有明显吸收峰, 颜色之深浅与血清蛋白呈正比。

试剂: 总蛋白测试试剂盒。总蛋白试剂成份: 酒石酸钾钠(31.8mmol·L⁻¹); 硫酸铜(12.0mmol·L⁻¹); 碘化钾(30.1mmol·L⁻¹); 氢氧化钠(0.2mmol·L⁻¹)。

定标液(King's NO. 80094)。

器材: ①分光光度计(具540nm读取吸光度能力); ②光径1cm的测试杯; ③3mL试管和2.5mL及50μL的可调吸移器; ④计时器。

程序: 吸取50μL定标液、测试样品和蒸馏水于各测试管, 各管加2.5mL双缩脲试剂, 混合。室温(18~26℃)孵育10min后, 在540nm处读取定标液吸光度(A_s)和各测定样本吸光度(A)。

$$\text{总蛋白(g/dL)} = A / A_s \times \text{定标液浓度}$$

式中, A为测试样本吸光度; A_s为定标液吸光度。

1.4 肝胰腺总蛋白含量的测定

1.4.1 样品处理

准确称取一定量的肝胰腺组织,定量加入 $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}-5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{EDTA}$ 溶液,匀浆后, $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下 $4000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 30min, 取上清液,分装后置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冰箱保存。

1.4.2 测定方法

同血淋巴总蛋白的测定。

2 结果

2.1 扣蟹的生长与性腺发育

1997年6月23日第一次采样,取25只雌雄扣蟹,作外部形态检查和性腺发育组织切片观察,未发现性早熟个体。1997年7月25日第二次随机抽取雌雄扣蟹共20只,其中雌蟹11只,体重范围2.16~19.53g;雄蟹9只,体重范围1.8~15.45g。切片观察,发现一体重13.33g的雌扣蟹卵巢内有大量卵原细胞(图版-1);体重为8.87g的雄扣蟹,精巢内已布满生精小管(图版-2)。1997年8月27日第三次采样,一体重仅5.48g的雌扣蟹卵巢内出现卵原细胞(图版-3)。1997年11月29日第四次采样,一体重为11.39g雌扣蟹的卵巢内卵细胞呈不同步发育,卵原细胞和小生长期卵母细胞并存(图版-4)。体重为14.26g雄扣蟹的射精管已形成(图版-5)。1998年1月12日第五次采样,体重为27.05g雌扣蟹卵巢内的初级卵母细胞已发育到大生长期,卵黄充满整个卵母细胞,滤泡细胞呈扁平状(图版-6)。

2.2 雌性扣蟹血淋巴、肝胰腺的总蛋白含量

如何鉴别当年正常发育和性早熟的扣蟹至今尚未有统一标准。李晨虹等^[10]提出了河蟹性腺是否提早发育成熟的判别函数,但目前比较常用的方法是外观形态变化结合性腺发育状况判断扣蟹是否正常发育或性早熟,本研究也采取这种方法。将性腺未发育或性早熟的雌性扣蟹分别测定其血淋巴和肝胰腺的总蛋白含量,并对雌性扣蟹计算其肝胰腺与体重的比值,见表1、表2。

表1所取扣蟹样本均为肉眼没有观察到卵巢组织的当年蟹,肝胰腺湿重占体重的比值较大,达 $8.18\% \pm 2.30\%$ 。

表1 雌性扣蟹血淋巴、肝胰腺总蛋白含量

Tab.1 The total protein level in the hemolymph and hepatopancreas of the female juvenile crab

体重(g) N=20	血淋巴总蛋白($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) N=13	肝胰腺湿重(g) N=18	肝胰腺总蛋白($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) N=18	肝胰腺/体重(%) N=18
3.46±0.71	99.55±12.06	0.28±0.07	121.17±44.50	8.18±2.30

表2 性早熟雌性扣蟹血淋巴、肝胰腺的总蛋白含量

Tab.2 The total protein level in the hemolymph and hepatopancreas of the precocious female juvenile crab

体重(g) N=14	血淋巴总蛋白($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) N=14	肝胰腺湿重(g) N=14	肝胰腺总蛋白($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) N=14	肝胰腺/体重(%) N=14
31.65±2.36	72.26±17.87	1.23±0.21	81.08±5.84	3.90±0.69

从表2可知,当年扣蟹卵巢明显发育的个体,一般都在25g以上,卵巢发达,肝胰腺蛋白质等营养物质向卵巢转移,重量下降,肝胰腺与体重之比下降为 $(3.90 \pm 0.69)\%$ (表2),与正常发育扣蟹的 8.18% 相比,差异极显著 ($P < 0.01$)。性早熟扣蟹机体蛋白质向卵巢转移的另一证据是肝胰腺的总蛋白含量降低,平均为 $(81.08 \pm 5.84)\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (表2),与正常发育扣蟹的 $(121.17 \pm 44.50)\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 相比(表1),差异也

极显著($P < 0.01$)。比较表 1 和表 2 可知, 正常发育的雌性扣蟹血淋巴总蛋白水平比性早熟的扣蟹明显要高($P < 0.01$)。

2.3 雄性扣蟹肝胰腺和血淋巴的总蛋白浓度

肝胰腺总蛋白浓度在正常发育和性早熟的雄性扣蟹中存在极为显著的差异($P < 0.01$)。性早熟扣蟹达 $(70.58 \pm 9.90) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 正常发育的扣蟹为 $(89.43 \pm 21.86) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 情况与雌性扣蟹相同。正常发育和性早熟雄性扣蟹血淋巴总蛋白分别是 $(72.52 \pm 22.87) \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和 $(67.90 \pm 22.01) \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, 差异不显著($P > 0.05$); 它们肝胰腺占体重的比值分别为 $(7.45 \pm 1.73) \%$ 和 $(6.43 \pm 2.96) \%$, 差异也不显著($P > 0.05$) (表 3)。

表 3 雄性扣蟹血淋巴和肝胰腺的总蛋白含量

Tab. 3 The total protein level in the hemolymph and hepatopancreas of the male juvenile crab

体重(g)		血淋巴总蛋白($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)		肝胰腺湿重(g)		肝胰腺总蛋白($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)		肝胰腺/体重(%)	
正常 N=14	性早熟 N=14	正常 N=12	性早熟 N=14	正常 N=11	性早熟 N=8	正常 N=14	性早熟 N=14	正常 N=11	性早熟 N=8
3.65 ± 0.49	43.69 ± 4.93	72.52 ± 22.87	67.90 ± 22.01	0.27 ± 0.08	2.62 ± 0.51	89.43 ± 21.86	70.58 ± 9.90	7.45 ± 1.73	6.43 ± 2.96

2.4 二秋龄雌蟹血淋巴和肝胰腺的总蛋白含量

二秋龄蟹一般性腺已发育成熟, 如所处水域的盐度、温度达到一定程度, 即可交配和排卵(抱卵)。

比较表 2 和表 4, 二秋龄雌蟹的血淋巴总蛋白含量与一秋龄早熟蟹比较接近, 不存在显著差异($P > 0.05$); 但二秋龄蟹的肝胰腺总蛋白含量比扣蟹早熟蟹要高, 前者为 $(92.33 \pm 14.63) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 而后者则为 $(81.08 \pm 5.54) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 差异极为显著($P < 0.01$)。

2.5 二秋龄雄蟹血淋巴和肝胰腺的总蛋白含量

综合表 3 和表 5 分析结果, 表明二秋龄雄蟹血淋巴和肝胰腺的总蛋白含量与一秋龄性早熟的雄蟹都比较接近, 均无显著差异($P > 0.05$)。

表 4 二秋龄雌蟹血淋巴和肝胰腺的总蛋白含量

Tab. 4 The total protein level in the hemolymph and hepatopancreas of the female adult crab

体重(g) N=12	卵巢湿重(g) N=12	血淋巴总蛋白($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) N=12	肝胰腺总蛋白($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) N=12
66.42 ± 10.06	8.81 ± 1.47	67.70 ± 13.54	92.33 ± 14.63

表 5 二秋龄雄蟹血淋巴和肝胰腺总蛋白含量

Tab. 5 The total protein level in the hemolymph and hepatopancreas of the male adult crab

体重(g) N=11	血淋巴总蛋白($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) N=11	肝胰腺总蛋白($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) N=11
81.31 ± 7.55	68.78 ± 20.10	75.08 ± 11.35

3 讨论

3.1 关于扣蟹的性早熟和性腺发育

人工饲养条件下当年河蟹性成熟提早继而引发性腺不同程度的发育已是一种普遍现象。目前, 对性早熟河蟹的描述主要局限于外部形态上, 如附肢长出浓密绒毛或蟹脐是否长足等等。这种判别标准在实际应用中有一定的准确性, 但从理论上讲则缺乏严密性。对性早熟, 至今也缺乏统一的定义, 本试

验暂且以卵巢出现卵原细胞精巢出现精原细胞为性早熟的标志。从我们所掌握的研究资料看,当年蟹苗的性早熟,既与体重有关,也与年龄或日龄相关。5月23日下塘的蟹苗,到7月25日,62日龄体重为13.33g的扣蟹外观上没有典型的性早熟特征,但从卵巢中已能观察到大量卵原细胞(图版-1);另一只8.87g的雄性扣蟹精巢结构明显,精巢内布满生精小管(图版-6)。同样,日龄达90余天,体重仅5.48g的扣蟹,卵巢内也同样可见卵原细胞(图版-2)。当年蟹苗不仅可以在几十天启动性腺的发育,而且能和二秋龄成蟹一样,卵巢或精巢内的性细胞可以向最后的成熟阶段发展。11月29日采到的体重11.39g的雌性扣蟹卵巢内的卵细胞处于不同发育阶段(图版-3),卵原细胞和小生长期的初级卵母细胞并存。我们观察到卵巢发育最完全的扣蟹体重为27.05g,卵巢中的卵母细胞已发育到大生长期,卵细胞内充满卵黄颗粒,滤泡细胞已被压挤呈扁平状(图版-4)。上述观察到的体重25g以下甚至5g左右的扣蟹性腺即告发育的现象虽然只是发生在少数个体,但也为我们提出了问题,即河蟹的性成熟年龄究竟是多少,其性腺的发育受年龄的影响大,还是受生长速度或营养条件的影响大,这有待今后深入探讨。

3.2 蛋白质与扣蟹的性腺发育

关于蛋白质促进性腺发育的作用机理,对甲壳类十足目的一些种类研究得比较多,但针对中华绒螯蟹的基础研究资料却很少。甲壳类的卵黄发生包括卵黄蛋白原(vitellogenin)的产生和卵母细胞卵黄有机或无机物的积累^[11]。自20世纪60年代后期首次发现甲壳类的卵黄蛋白原以来,对其合成的部位一直有不同的观点。对日本对虾(*Penaeus japonicus*)的研究认为卵黄蛋白原主要产生于卵巢,而肝胰腺却不能合成^[12]。Quackenbush^[13]对万氏对虾(*Penaeus vannamei*)的研究则认为,卵巢和肝胰腺都能合成卵黄蛋白原。Vogt等^[14]认为甲壳类十足目不仅肝胰腺、卵巢可以合成卵黄蛋白原,还有间接的证据表明皮下结缔组织和皮下脂肪也都能产生外源性卵黄蛋白原。Paulus和Lufers^[15]对真蟹属(*Carinus*)蟹类的研究得出结论,卵母细胞在进行胞饮作用的同时,肝胰腺合成卵黄蛋白原的能力最强,当卵母细胞趋于成熟时,卵巢对卵黄蛋白原的吸收减少,肝胰腺合成卵黄蛋白原的能力也随之减弱。鉴于甲壳类在卵黄蛋白原的起源和性质方面的结论尚不十分明确,我们的研究着重于观察河蟹在性腺发育过程中肝胰腺和血淋巴中总蛋白的浓度变化,并以此为参照指标,研究蛋白质在扣蟹发育过程中的变迁规律以及对性腺发育的影响。

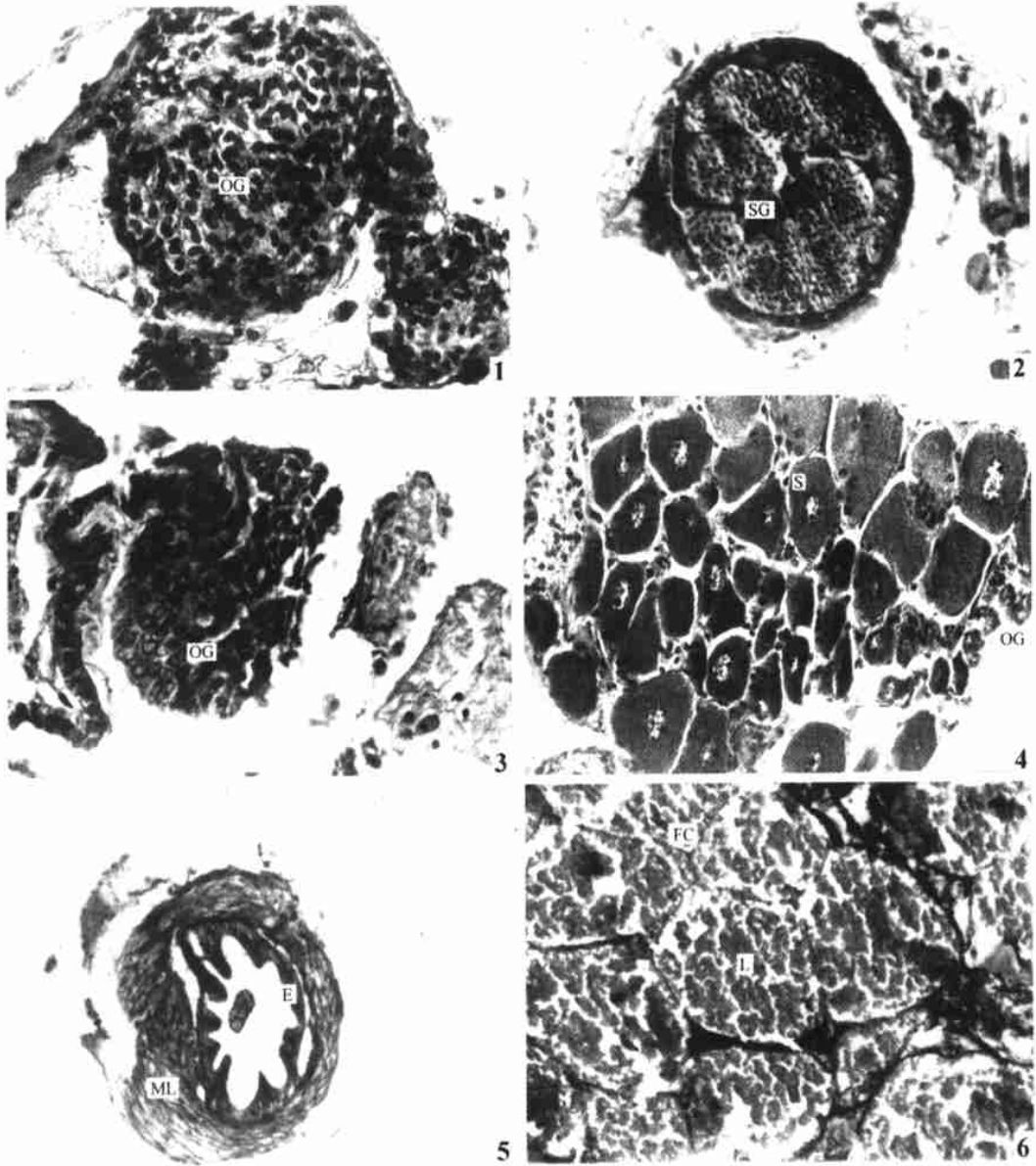
就一秋龄扣蟹而言,蛋白质在参与性腺发育过程中,其浓度的变化不仅与性腺发育的进程相关,雌雄个体间也有差异。比较一致的是,雌雄扣蟹肝胰腺总蛋白浓度随着卵巢或精巢发育的推进而呈下降趋势,正常发育的雌雄扣蟹肝胰腺的总蛋白浓度分别为(121.17 ± 44.5) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和(89.43 ± 21.86) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,性早熟后分别下降为(81.08 ± 5.84) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和(70.58 ± 9.90) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,性早熟前后差异显著。肝胰腺重量也随之减小,占体重的比值,雌性扣蟹性早熟前后由8.18%下降为3.90%,差异极为显著($P < 0.01$);雄性扣蟹则由(7.45 ± 1.73)%降至(6.43 ± 2.96)%,无显著差异($P > 0.05$)。这说明扣蟹卵巢一旦提早成熟发育,需要消耗大量的蛋白质,供卵原细胞的生长和卵母细胞的卵黄积累,性早熟以后肝胰腺湿重下降的幅度就比较大;而精巢的发育消耗的蛋白质相对较少,性早熟前后肝胰腺湿重变化也就小。河蟹性腺发育将肝胰腺作为蛋白质主要营养来源的现象与某些甲壳类十足目相一致^[14]。蛋白质由肝胰腺向性腺传送的载体是血淋巴或血液^[16],因而血淋巴总蛋白浓度的变动也能间接反映性腺的发育程度。本试验证明,雄性扣蟹不论性早熟与否,血淋巴的总蛋白浓度并不存在显著差异(表3)。而性早熟的雌性扣蟹血淋巴总蛋白浓度为(72.26 ± 17.87) $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,与二秋龄雌蟹的(67.70 ± 13.54) $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 相当,不存在显著差异($P > 0.05$),但它们都比正常发育雌性扣蟹的(99.55 ± 12.06) $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 要低得多,差异极显著($P < 0.01$)(表1,表2,表4)。这是否可以推断,精巢和卵巢在生长与发育过程中,一旦性腺开始发育,卵巢对蛋白质的需求和消耗迅速增加,以满足卵细胞的生长,从而导致性早熟雌扣蟹肝胰腺和血淋巴的总蛋白浓度与正常发育的扣蟹相比较处于低水平状态,而精巢的发育对蛋白质的需求相对要小,且精巢对蛋白质的吸收利用也可能是比较缓慢的,因此,性早熟雄性扣蟹除了

肝胰腺总蛋白含量比正常发育的雄性扣蟹有明显下降以外, 它们各自肝胰腺占体重的平均比值和血淋巴总蛋白浓度之间都不存在显著差异。事实上, 二秋龄雄蟹的血淋巴总蛋白浓度(表5)与一秋龄正常发育的雄性扣蟹也很接近(表3), 这也证明了雄蟹精巢的发育程度与血淋巴总蛋白浓度可能没有内在的必然联系。

对于雌性扣蟹性早熟后血淋巴总蛋白浓度比正常发育的扣蟹显著下降这一现象, 也不能排除是由个体的大小差异所引起。本试验所采集的性早熟雌性扣蟹平均规格比正常发育扣蟹大9倍, 个体小的扣蟹含有相对高的血淋巴总蛋白浓度, 以满足个体生长的需求, 也符合一般的生物学规律。虽然本试验的结果表明, 雌性性早熟扣蟹与二秋龄成蟹的血淋巴总蛋白含量没有显著差异(表2, 表4), 但也仅仅是从一个方面说明了河蟹血淋巴总蛋白含量随性腺的发育成熟而下降, 若能比较体重相当的性成熟前后的雌性扣蟹个体的血淋巴总蛋白含量, 就更能充分说明问题。

参考文献:

- [1] 王鹏飞, 刘月芬. 河蟹扣蟹养殖过程中出现性早熟的原因及防范措施[J]. 水产科学, 1994, (4): 29- 30.
- [2] 柳志会, 孙福祥. 中华绒螯蟹池塘养殖性早熟产生原因的初步分析与其预防[J]. 海水养殖, 1992, (1- 2): 66- 69.
- [3] 徐兴川, 朱正东. 中华绒螯蟹性成熟蟹种的形成、危害、识别及预防的探讨[J]. 淡水渔业, 1994, (6): 3- 6.
- [4] 杨洪良. 稻田养扣蟹性早熟的原因及对策[J]. 中国水产, 1994, (11): 24.
- [5] 何正佩, 印 骏, 朱雅珠. 密度、营养与河蟹蟹种生长及性早熟之间的关系[J]. 水产科技情报, 1999, 26(2): 73- 96.
- [6] 薛征鲁, 堵南山, 赖 伟. 中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*) 雌性生殖系统的组织学研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1987, (3): 88- 97.
- [7] 顾志敏, 何林岗. 中华绒螯蟹卵巢发育周期的组织学细胞学观察[J]. 海洋与湖沼, 1997, 28(2): 138- 145.
- [8] 堵南山, 薛征鲁, 赖 伟. 中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*) 雄性生殖系统的组织学研究[J]. 动物学报, 1988, 34(4): 329- 332.
- [9] 王 丹, 夏大明, 于伟君. 扣蟹性腺发育初探[J]. 中国水产科学, 1998, 5(3): 112- 113.
- [10] 李晨虹, 王成辉, 李思发. 中华绒螯蟹性早熟的早期判别[J]. 水产科技情报, 1998, 25(2): 73- 76.
- [11] Adiyodi R G, Subramoniam T. Arthropoda-Crustacea [A]. Adiyodi K G, Adiyodi R G. Reproductive Biology of Invertebrates. Vol I: Oogenesis, Oviposition, and Oosorption [C]. New York: John Wiley & Sons Ltd Ch, 1983, 18: 443- 495.
- [12] Yano I, Chinzei Y. Ovary is the site of vitellogenin synthesis in kuruma prawn, *Penaeus japonicus* [J]. Comp Biochem Physiol, 1987, 86B(2): 213- 218.
- [13] Quackenbush L S. Vitellogenesis in the shrimp, *Penaeus vannamei*: *in vitro* studies of the isolated hepatopancreas and ovary [J]. Comp Biochem Physiol, 1989, 94B(2): 253- 261.
- [14] Vogt G, Storch V, Quinto E T, et al. Midgut gland as monitor organ for the nutritional value of diets in *Penaeus monodon* (Decapoda) [J]. Aquac, 1985, 48: 1- 12.
- [15] Paulus J E, Laufer H. Vitellogenocytes in the hepatopancreas of *Carcinus* and *Libinia emarginata* (Decapoda, Brachyura) [J]. Int J Invert Reprod Dev, 1987, 11: 29- 44.
- [16] Zagalsky P F. Comparative studies on the amino acid compositions of some carotenoid containing lipoglycoproteins and glycoproteins from the eggs and ovaries of certain aquatic invertebrates [J]. Comp Biochem Physiol, 1972, 41B(2): 385- 395.



1. 卵巢切面, 卵巢内充满卵原细胞, $\times 132$; 2. 精巢切面, 示生精小管内充满精原细胞, $\times 67$; 3. 部分卵巢切面, 卵巢内出现卵原细胞, $\times 132$; 4. 卵巢局部, 示卵巢内卵原细胞和小生长期初级卵母细胞, $\times 66$; 5. 射精管横切, $\times 67$; 6. 处于大生长期的初级卵母细胞, $\times 33$ 。

OG: 卵原细胞(oogonia); SG: 精原细胞(spermatogonium); S: 小生长期初级卵母细胞(small primary oocyte); L: 大生长期初级卵母细胞 (large primary oocyte); E: 上皮(epithelium); ML: 肌层(muscle Layer); FC: 滤泡细胞(follicle Cell)